



18 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 195 16 193 A 1

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
H 05 K 3/00  
B 05 C 1/08  
B 05 D 1/28  
B 05 D 3/08  
C 23 C 18/38

21 Aktenzeichen: 195 16 193.9  
22 Anmeldetag: 8. 5. 95  
43 Offenlegungstag: 16. 11. 95

DE 195 16 193 A 1

30 Innere Priorität: 32 33 31

13.05.94 DE 94 07 930.7	23.06.94 DE 44 21 956.0
12.08.94 DE 44 28 713.5	26.09.94 DE 44 34 218.7
12.12.94 DE 44 44 086.3	05.01.95 DE 195001990

71 Anmelder:

Schäfer, Hans-Jürgen, Dipl.-Ing., 41749 Viersen, DE

72 Erfinder:

gleich Anmelder

64 Verfahren und Vorrichtung zum Beschichten von Leiterplatten, insbesondere zur Herstellung von Multi-Chip-Modulen

57 Ein Verfahren zum Beschichten von Leiterplatten mit einem strahlenvernetzbar Beschichtungsmittel im Walzenbeschichtungsverfahren sowie eine Vorrichtung und eine Weiterverarbeitung zu Multi-Chip-Modulen zeichnet sich durch folgende Verfahrensschritte aus:

- ein fotopolymerisierbares 70 bis 95 Gew.-%iges, einen säurelöslichen Füllstoff in Anteilen von 10 bis 80 Gew.-% enthaltenes Beschichtungsmittel wird mittels einer beheizten Dosierwalze auf einer Viskosität von 1 bis 10 Pa·s gehalten und mittels einer auf 5 bis 20°C gekühlten Auftragswalze mit Auftragsviskositäten von 20 bis 100 Pa·s in Schichtdicken von 10 µm bis 200 µm auf Leiterplatten aufgetragen, wobei zur Herstellung von Multi-Chip-Modulen die Beschichtungsmittelschichten von 100 µm durch Fotostrukturierung über den Leitern mit 50 µm Mikrolöchern versehen, mit Säure aufgeraut, in den Löchern und auf der Oberfläche chemisch verkupfert und über den freientwickelten verkupferten Löchern IC-Anschlüsse in einer Breite von 100 bis 200 µm nach der Fotostrukturierung und galvanischen Verstärkung durch Differenzätzung erzeugt werden. Die Trocknung der beschichteten Leiterplattenoberfläche erfolgt mit einem Infrarot-Konvektions-Laminartrockner, der über einen mit Quarzglasscheiben abgedeckten 20 bis 100 mm hohen Trockenkanal verfügt, durch den im Gegenstrom Luft mit Strömungsgeschwindigkeiten von größer 5 m/sek einblasbar ist und über und unter dem Infrarotstrahler angeordnet sind, die zur Erzeugung eines ...

DE 195 16 193 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 09. 85 508 048/455

12/34

BEST AVAILABLE COPY

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Beschichten von Leiterplatten mit einem durch elektromagnetische, vorzugsweise UV-Strahlung vernetzbaren Beschichtungsmittel gemäß Oberbegriff des Patentanspruchs 1, sowie ein Verfahren zur Herstellung von Multi-Chip-Modulen aus nach Anspruch 1 hergestellten Leiterplatten gemäß Oberbegriff des Anspruchs 2.

Die Erfindung betrifft auch eine dazu geeignete Vorrichtung gemäß Oberbegriff des Patentanspruchs 6.

Zur Herstellung von gedruckten Schaltungen, den sogenannten Leiterplatten, werden zur Leiterbilderzeugung sogenannte Ätzresiste im Siebdruckverfahren aufgetragen, die der Struktur des gewünschten Leiterbildes entsprechen. Es handelt sich hierbei um Lacksysteme, die durch Trocknung oder UV-Strahlung eine klebfreie ätzmittelbeständige Oberfläche erhalten und nach dem Ätzen des Leiterbildes mit sogenannten Strippem in 5%iger Kalilauge wieder entfernt werden.

Diese Art der Leiterbilderzeugung ist die preiswerteste und wird daher überwiegend in der Konsumelektronik angewandt. Es lassen sich mit dieser Technik nur Leiterbreiten bis 300 µm mit ausreichender Genauigkeit reproduzieren. In der kommerziellen Elektronik ist man in den letzten zwanzig Jahren dazu übergegangen, das Leiterbild fotografisch zu erzeugen. Hierzu wurden sogenannte Trockenfilmresiste mit Rollen auf Leiterplatten auflaminiert. Das Leiterbild wird unter Verwendung einer Fotomaske durch UV-Strahlung fixiert, wobei je nach Verfahren, entweder die Leiter oder die leiterfreien Bereiche fotopolymerisiert werden.

Die Bilderzeugung für die reine Ätztechnologie benötigt jedoch nur Schichtdicken von wenigen Mikrometern. Da dies mit Folien nicht realisierbar ist, trägt man fotosensible Flüssigresiste beidseitig mit profilierten Walzen auf. Die Art und Anzahl der Profilrillen bestimmen die Auftragsmenge. Es handelt sich somit um einen durch das Profilvolumen definierten Auftrag, wobei die Auftragswalzen als Schöpfwalzen dienen. Die Profilrillen ermöglichen einen definierten Volumenauftrag bei niedriger Viskosität und hohem Anpreßdruck.

Nach der Erzeugung des Leiterbildes wird die Schaltung mit einer Lötstopmmaske versehen, die nur noch die zu lötenden Bereiche frei läßt. Diese Lötstopmmaske wird ebenfalls im Siebdruckverfahren aufgetragen und sowohl thermisch als auch durch UV-Strahlung ausgehärtet.

Für die kommerzielle Leiterplattentechnik war auch dieses Siebdruckverfahren mit zunehmender Integration nicht mehr einsetzbar.

Daher wurde in der EP A1 00 02 040 ein Verfahren zur Auftragung eines flüssigen Fotopolymers im Vorhanggußverfahren vorgeschlagen.

Desweiteren werden in der DE 36 13 107 A1 Resistfarbenzusammensetzungen beschrieben, die im Siebdruck mit einem Leersieb ganzflächig aufgetragen werden und mit UV-Strahlung fotostrukturierbar sind. Darüberhinaus werden auch Trockenfilmresiste mit Laminierwalzen unter Vakuumanwendung aufgetragen. Das Vorhanggußverfahren hat seine Grenzen im hohen Lösungsmittelgehalt und kann daher nicht für dickere Schichten eingesetzt werden.

Das Siebdruckverfahren hat seine Grenzen in der Technologie des Siebes, so daß keine Schichtdicken von 10 µm und auch keine Schichtdicken von 100 µm in akzeptabler Qualität aufgetragen werden können.

Der Trockenfilm kann ebenfalls nicht in Schichtdicken von 10 µm aufgetragen werden, dickere Schichten können nicht für die Herstellung von Mehrlagenschaltungen der Multi-Chip-Modulen verwendet werden, da sie nicht metallisierbar sind.

In der WO 92/07 679 wird ein Walzenbeschichtungsverfahren zur ein- und beidseitigen Beschichtung von Leiterplatten, insbesondere mit Lötstopplack, beschrieben. Dieses Verfahren arbeitet in einem Viskositätsbereich von 300 bis 5000 mPas. Zur Erzielung einer Leiterabdeckung von 2 bis 10 µm, die keineswegs den Anforderungen der Leiterplattentechnik genügt, ist nach einer Zwischentrocknung ein zweiter Beschichtungsvorgang erforderlich. Dies ist weder wirtschaftlich noch qualitativ vertretbar.

In der PTC/IB 94 00102 wird ein Walzenbeschichtungsverfahren beschrieben, das von einer einmaligen Beschichtung mit schmelzbaren Resisten bei hoher Temperatur ausgeht. Dieses Verfahren ist nur mit neuentwickelten schmelzbaren Beschichtungsmitteln durchführbar. Eine Verwendung marktgängiger Resiste ist nicht möglich, da keine schmelzbaren Resiste verfügbar sind.

Für die erfindungsgemäße Anwendung zur Herstellung von Multi-Chip-Modulen ist darüberhinaus ein hoher Füllstoffanteil erforderlich, der sich in einem schmelzbaren Resist nur schwer realisieren läßt.

Die weiter fortschreitende Miniaturisierung führt zu integrierten Schaltungen mit immer höheren Anschlußzahlen, so daß Anschlußpads mit Breiten kleiner 0,5 mm erforderlich werden.

Während eine Entwicklungsrichtung versucht, die "fine pitches" mit massiven Lotdepots zu beherrschen, wie dies in der DE 41 37 045 A1 beschrieben ist; versucht eine andere Entwicklung auf mehrere Ebenen auszuweichen und 4-lagige Schaltungen zu entwickeln, die auf den Außenlagen ein sogenanntes pads only design haben, so daß Padbreiten von 100 µm realisierbar sind. Derartige Schaltungen werden auch als Multi-Chip-Module bezeichnet, da sie mit einem Raster von 2 mm breiten Anschlüssen sehr einfach auf Leiterplatten aufgelötet werden können.

Derartige Multi-Chip-Module werden in der Zeitschrift Galvanotechnik Nr. 1 1994 als DYCOstrate Schaltungen beschrieben. Hier dient flexibles Polyimid Basismaterial als Konstruktionsgrundlage. Da die Bohrungen den meisten Platz benötigen, nutzt dieses Verfahren die Möglichkeit, Mikrobohrungen von 50 µm durch Plasmabehandlung in die Polyimidfolie ätzen zu können. Der Prozeß ist jedoch sehr aufwendig, insbesondere durch die dünnen teuren Substrate.

In der Zeitschrift Galvanotechnik Nr.12 1994 wird der sogenannte BUM (build up multilayer board) Prozeß beschrieben.

Hierbei werden auf gedruckte Schaltungen sogenannte via sheet Kupferfolien benötigt. Es handelt sich hierbei um Kupferfolien, die in zwei Beschichtungsschritten mit einem isolierenden Harz beschichtet sind, wobei

die erste Schicht weit vorgehärtet ist. Diese Folie wird derart auf die Leiterplatte mit einem Rollenlaminator auflaminiert, daß die Leiter luftblasenfrei ummantelt sind. Dies ist nur unter Vakuumanwendung möglich. Es handelt sich bei dem Laminieren um einen sehr empfindlichen Prozeß, zumal die zweimalige Beschichtung der Kupferfolie schon zu erheblichen Beschädigungen der Kupferfolie führt. Jeder Staubpartikel von größer 30 µm führt zu Löchern im Kupfer und somit zur Unbrauchbarkeit. Die Löcher lassen sich erst nach dem Laminieren feststellen und führen dann zum Ausschuß der gesamten Schaltung.

Diese Probleme bei den derzeitigen Verfahren zeigen, wie dringend hier nach Wegen zur Lösung dieser technologischen Herausforderung gesucht wird. Es werden erhebliche Schwierigkeitsgrade sowohl beim DY-COstrate Verfahren mit flexiblen Polyimidföhlen, sowie beim BUM-Prozeß mit zweifacher Beschichtung der Kupferfolie in Kauf genommen, um die Zukunftsanforderungen der neuen hochintegrierten Bauteilgeneration zu lösen.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein einfaches, technisch leicht beherrschbares, kostengünstiges Verfahren zur Verfügung zu stellen, mit dem die beidseitige Beschichtung von Leiterplatten in Dicken von 10 bis 200 µm möglich ist, so daß die Herstellung von zwei Außenlagen für ein "pads only design" über eine 100 µm dicke flammenwidrige, fotopolymerisierbare und chemisch verkupferbare Isolationssschicht erreicht wird. Hierzu sollen Microbohrungen von 50 µm Durchmessern durch Fotostrukturierung erzeugt und die Leiter und IC-Anschlüsse im Semiadditivverfahren hergestellt werden.

Die Lösung all dieser und noch weiterer damit in Verbindung stehender Aufgaben erfolgt durch ein Verfahren und eine Vorrichtung gemäß der unabhängigen Patentansprüche 1, 2 und 6. Besonders bevorzugte Varianten des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. zugehörigen erfindungsgemäßen Vorrichtung sind jeweils Gegenstand der entsprechenden abhängigen Verfahrens- bzw. Vorrichtungsansprüche. Insbesondere wird durch die Erfindung ein Verfahren zum Beschichten von Leiterplatten mit einem durch elektromagnetische Strahlung, vorzugsweise UV-Strahlung vernetzbaren Lötstopplack oder Ätzresist geschaffen, das sich durch folgende Verfahrensschritte auszeichnet:

- ein fotopolymerisierbares 70—95%iges Beschichtungsmittel mit einer Viskosität von 10—20 Pa·s bei 25°C wird auf 30 bis 50°C vorgewärmt, mit einer Viskosität von 1 bis 10 Pa·s aus einem Vorratsgefäß (Fig. 1, 5) einer zweiseitigen Walzenbeschichtungsanlage zugeführt, deren Dosierwalzen (Fig. 13, 4) durch eine Thermostatisierung im Bereich von 25 bis 60°C die Viskosität konstant halten und die Pumpfähigkeit gewährleisten.

Der Thermostat (Fig. 1, 10) ist an die Dosierwalzen (3, 4) angeschlossen, der Vorrattank (85) ist darüber angeordnet. Die Dosierwalzen (3, 4) bilden mit den glatten gummierten Auftragswalzen (Fig. 11, 2) einen Spalt, der die gewünschte Filmdicke definiert.

Die 10 bis 20 mm dicke Gummierung hat eine Härte von vorzugsweise 40 bis 60 shore Härte A. Diese Gummierung ist erfindungsgemäß mit einer diagonalen oder oszillierenden Rillung von 100 bis 500 µm Breite versehen, die mit einer weichen Gummischicht von 10 bis 20 shore Härte A ausgefüllt und deren Oberfläche glattgeschliffen wird.

Die Auftragswalzen (1, 2) sind gekühlt, so daß eine Oberflächentemperatur von 5 bis 20°C erzielt wird. Der Beschichtungsfilm wird auf eine Auftragsviskosität von 20 bis 100 Pa·s gebracht, so daß es möglich wird, hohe lösungsmittelhaltige Schichtdicken aufzutragen. Die hohe Viskosität sorgt zusammen mit der speziellen Walzenoberfläche für eine gute Anpassung an hohe Leiter und verhindert ein abquetschen. Das Kühlaggregat (Fig. 1, 8) sorgt für eine gleichmäßige Beschichtungstemperatur.

Auf diese erfindungsgemäße Weise wird mit einer Beschichtungsgeschwindigkeit von 5 bis 20 m/min beidseitig eine 50 bis 100 µm dicke Schicht eines fotopolymerisierbaren Beschichtungsmittels aufgetragen.

Um diesen Film jedoch trocknen zu können, muß die Leiterplatte einen beschichtungsfreien Rand haben, der für den Transport erforderlich ist. (Fig. 1, 11). Dies wird durch die Anbringung eines beheizbaren Rollrakels (Fig. 1, 6) an den Auftragswalzen (1, 2) erreicht, der von einem Messerrakel gereinigt wird. Das abgestreifte Beschichtungsmittel wird in den Vorrattank (5) zurückgeführt.

Zum Auftragen bevorzugter Schichtdicken mit einer Toleranz von kleiner 10% in den Dicken 10 µm, 50 µm und 100 µm wird eine erfindungsgemäße Walzenanordnung (Fig. 12) verwendet, die im Randbereich der Dosierwalzen (Fig. 12, 2) eine galvanische Metallisierung (Fig. 13, 2) in der gewünschten Beschichtungsstärke aufweist.

Hierbei handelt es sich vorzugsweise um eine Chrom- bzw. Chrom/Nickelschicht in den Dicken 10 µm, 50 µm und 100 µm. über diese auf einer beliebigen Breite von ca. 1 bis 20 cm galvanisch aufgetragenen Metallschicht läßt sich ein Höchstmaß an Parallelität erreichen.

Gleichzeitig läßt sich die Rundlaufgenauigkeit ermitteln, wenn diese Metallschicht ihren Kontakt zur gummierten Auftragswalze (Fig. 12, 3) verliert. Um eine gleichmäßige Dicke des Beschichtungsfilms sicher zu stellen, muß gewährleistet werden, daß diese Metaldistanzschicht (Fig. 13, 2) im Kontakt mit der Auftragswalze (Fig. 12, 4) bleibt, ohne in die Gummierung einzudringen. Dies wird erfindungsgemäß durch das Anbringen eines elektrisch leitfähigen Gleitkontakttrings erzielt (Fig. 13, 4), der auf die Gummierung (Fig. 13, 8) am Rand aufgesetzt, und auf gleiche Dicke geschliffen wird.

Wird an einen leitfähigen Gleitkontakttring (Fig. 13, 4) Spannung angelegt, so beginnt der Strom zu fließen sobald beide Ringe Kontakt mit der Metaldistanzschicht (Fig. 13, 2) der Dosierwalze (Fig. 13, 1) haben. Sollten mangelhafte Rundlaufeigenschaften zur Kontaktunterbrechung führen, so kann dies über ein Spannungsmeßgerät (Fig. 13, 5) erfaßt und über eine Steuerung korrigiert bzw. die Anlage abgeschaltet werden. Der leitfähige Gleitkontakttring sollte eine ähnliche thermische Ausdehnung wie der Gummi besitzen, jedoch nicht verformbar sein. Eine Isolation (Fig. 13, 6) zum Metallkern der Auftragswalze (Fig. 13, 3) sollte gewährleistet sein. Vorteil-

hafterweise besteht er aus leitfähigem Kunststoff, vorzugsweise aus leitfähigem Hartgewebe, und hat eine Dicke von 10 bis 20 mm und eine Breite von 0,5 bis 20 mm, wobei nur die äußere Schicht leitfähig ist.

Über einen Schreiber (Fig. 13, 5) läßt sich nun der gleichmäßige Stromfluß dokumentieren, sodaß eine aufwendige Untersuchung an den Substraten nicht erforderlich ist. Die Breite zwischen den beiden Metalldistanzschichten bestimmt die Beschichtungsbreite (Fig. 13, 7).

Diese erfindungsgemäße Vorrichtung ermöglicht es erstmalig bei Schichtdicken unter 100 µm eine gleichmäßige Schichtverteilung sowohl über die Substratbreite wie über die Länge zu gewährleisten, ohne daß hierzu Messungen auf dem beschichteten Substrat notwendig sind. Gleichzeitig wird ein beschichtungsfreier Rand erzeugt, der für den Weitertransport der Substrate in den Trockner erforderlich ist.

Diese Leiterplatten werden erfindungsgemäß mit breitenverstellbaren rollengeführten Doppelbändern transportiert (Fig. 2, 1) die im Rücklauf vor dem Trockner durch ein Lösungsmittelbad gereinigt werden (Fig. 2, 1).

Die Trocknung erfolgt erfindungsgemäß mit einem Infrarot-Konvektions-Laminartrockner gem. (Fig. 14).

Um dicke Lackschichten von größer 50 µm möglichst schnell staubfrei trocknen zu können, wird ein Trockner verwendet, der einen 20 bis 150 mm hohen, 300 bis 700 mm breiten und 3 bis 10 m langen Trockenkanal besitzt (Fig. 14, 1), in den vorgewärmte Luft mit hoher Geschwindigkeit von 5 bis 40 m/s gegen die Transportrichtung über Breitschlitzdüsen eingeblasen wird, welche oberhalb und unterhalb der Leiterplattentransporteinrichtung angebracht sind (Fig. 14, 2). Diese hohe Luftgeschwindigkeit sorgt für eine schnelle Trocknung und führt gleichzeitig dazu, daß Staubpartikel in Schwebelage gehalten werden, und nicht auf die zu trocknende Lackoberfläche gelangen. Außerdem kann durch die Einstellung unterschiedlicher Strömungsgeschwindigkeiten ein Auftrieb erzeugt werden, der der Mittenunterstützung der Leiterplatten dient.

Der Trockenkanal (Fig. 14, 1) ist auf der Ober- und Unterseite mit Glasscheiben abgedeckt (Fig. 14, 3) durch die Infrarotstrahler (Fig. 14, 4) mit einer Wellenlänge von 1 bis 10 µm, welche vertikal und horizontal beweglich angebracht sind, die Leiterplatte (Fig. 14, 9) erwärmen. Somit kann das Trockentemperaturprofil an die Lackschichtdicke und an die Leiterplattendicke individuell angepaßt werden.

Der Trocknereinlaß (Fig. 14, 10) und der Austritt (Fig. 14, 11) sind düsenförmig gestaltet. Die Luft wird als Umluft (Fig. 14, 5) geführt. Sie wird sowohl durch die Strahler (Fig. 14, 4) wie auch durch Wärmetauscher (Fig. 14, 17) auf eine einstellbare und regelbare Temperatur aufgewärmt.

Der Umluftventilator (Fig. 14, 6) ist am Ende des Trockners angebracht und saugt die Luft aus dem Strahleranraum an, um sie mit hoher Geschwindigkeit durch den Trockenkanal (Fig. 14, 1) im Gegenstrom zu blasen.

Die Frischluft (Fig. 14, 12) wird mit einem Frischluftventilator (Fig. 14, 13) der aus der Abluft der an den Trockner angeschlossenen Kühleinheit versorgt wird, in den Trocknereinlaß (Fig. 14, 10) über zwei jeweils über und unter der Transporteinrichtung angebrachte Breitschlitzdüsen geblasen und vermischt sich mit der aus dem Trockenkanal (Fig. 14, 1) austretenden lösungsmittelhaltigen Luft (Fig. 14, 5).

Die Abluft (Fig. 14, 14) wird über eine Abluftöffnung (Fig. 14, 15) aus dem Trockner abgeführt, wobei die Menge über eine Abluftklappe (Fig. 14, 16) geregelt wird.

Auf diese Weise können 50 µm dicke Lackschichten mit einem Lösungsmittelanteil von 10 bis 20% in 60 Sekunden getrocknet werden.

Die breitenverstellbaren Rollraket (2, 6) ermöglichen eine partielle Beschichtung der Leiterplatte, so daß sowohl abziehbarer Lötstopplack über Steckerleisten aufgetragen werden kann, wie auch zur Herstellung von Multi-Chip-Modulen nur ein Teil der Leiterplatte als Mehrlagenschaltung ausgeführt wird.

Nach der Trocknung wird die mit 50 µm beschichtete Leiterplatte mit UV-Strahlung unter Verwendung einer Fotomaske belichtet, entwickelt und endausgehärtet.

Zur Herstellung von Multi-Chip-Modulen wird eine 100 µm dicke Schicht eines fotopolymerisierbaren, thermisch härtbaren, flammenwidrigen und verkupferbaren Beschichtungsmittels im beidseitigen Walzenverfahren auf Leiterplatten aufgetragen (Fig. 3).

Die Flammenwidrigkeit und die Verkupferbarkeit wird durch Zusatz eines erfindungsgemäßen Füllstoffes zu handelsüblichen Lötstopplacken erreicht. Bei diesem säurelöslichen und flammenwidrigen Füllstoff, der eine ausreichend hohe thermische Stabilität besitzt, handelt es sich um Magnesiumhydroxid. Dieses erfindungsgemäße Beschichtungsmittel wird nach der Trocknung mit UV-Strahlen der Wellenlänge 350 bis 400 nm unter Verwendung einer negativ-Lochmaske mit 50 µm Löchern belichtet, die unvernetzten Beschichtungsmittelanteile aus den Löchern freientwickelt, die Oberfläche und die Lochwandungen mit Schwefelsäure aufräut und chemisch auf 0,5 bis 1 µm verkupfert (Fig. 4). Nach der Belichtung und Freientwicklung der Pads (IC-Anschlüsse) in Breiten von 100 bis 200 µm, werden die Bohrungen und die Pads galvanisch auf 20 µm verstärkt. Vergleichbar mit der Semi-Additivtechnik wird das Beschichtungsmittel nach der galvanischen Verkupferung mit 5%iger Kalilauge gestrippt und das Leiterbild durch Differenzätzung erzeugt (Fig. 5) u. (Fig. 6).

In einer besonderen Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens können auch Schaltungen in Semi-Additivtechnik hergestellt werden. Hierzu werden unkaschierte Leiterplattensubstrate mit 10 bis 20 µm eines erfindungsgemäßen Beschichtungsmittels beschichtet. Nach der Trocknung wird diese Schicht mit Hilfe einer Lochmaske mit Lochdurchmessern von 20 µm und Abständen von 10 µm fotostrukturiert (Fig. 7) über diese fotostrukturierte erste Schicht wird eine zweite Schicht von 30 µm aufgetragen. Diese wird dann mit UV-Strahlung unter Auflage einer Leiterbildfotofolie belichtet (Fig. 8).

Hierdurch werden die leiterfreien Bereiche vernetzt. Die Leiter und der Leiterhaftgrund werden freientwickelt, wodurch auf dem Leiterhaftgrund säulenförmige Bereiche entstehen (Fig. 9, 1) die zwischen sich Kavernen ausbilden (Fig. 9, 2), so daß eine gute Verankerung der Kupferschicht gewährleistet ist.

Im Anschluß an die Entwicklung und Trocknung wird die Oberfläche des Beschichtungsmittels mit Schwefelsäure aufräut und chemisch auf 1 µm verkupfert (Fig. 9, 3).

Nach der Verkupferung wird in einem dritten Beschichtungsprozeß eine 20 µm dicke Schicht eines Beschichtungsmittels als Galvanoresist derart auf die Leitkupferschicht (Fig. 10, 3) aufgetragen, daß die Leiterkanäle

(Fig. 10, 1) unbeschichtet bleiben.

Nach der Trocknung werden die Leiter (Fig. 10, 2) galvanisch auf 40 µm verkupfert.

Nach der Verkupferung wird der Galvanoresist in 5%iger KOH gestrippt und die Leitkupferschicht von 1 µm mit Ammoniumpersulfat geätzt. (Fig. 11) Diese Schaltung wird nun mit dem erfindungsgemäßen Beschichtungsmittel in einer Dicke von 50 µm beschichtet und in der beschriebenen Weise zu Multi-Chip-Modulen verarbeitet.

#### Beispiele

##### Beispiel 1

Es werden Lötstoppmasken in Dicken von 50 µm durch Auftrag von lösungsmittelarmen hochviskosen Beschichtungsmitteln im Walzenbeschichtungsverfahren hergestellt.

##### Leiterplatte

Basismaterial FR 4	1,6 mm
Leiterhöhe	50 µm
Leiterbreite	150 µm
Temperatur	25° C

##### Beschichtungsmittel 1:

Siebdruckfähige Resistfarbenzusammensetzung gem. DE 36 13 107 A1 Beispiel 4

##### Komponente A

Harz (A-3)	50 Gew.-Tl. 70% in Cellosolvacetat
Trimethylolpropantriacyrlat	4 Gew.-Tl.
Pentaerythrittriacyrlat	4 Gew.-Tl.
2-Ethylanthrachinon	3 Gew.-Tl.
2-Phenyl-4-benzyl-5hydroxy-methylimidazol	0,5 Gew.-Tl.
"AC-300"	1,0 Gew.Tl
Phthalocyaningrün	0,5 Gew.Tl
Calciumcarbonat	10 Gew.-Tl.
	<u>75 Gew.-Tl. 80 Gew.-%</u>

##### Komponente B

"Epicion EXA 1514" bis Phenol-s-Typ	
Epoxidharz von Dai-Nippon Ink & Chemical	10 Gew.-Tl.
Trimethylolpropantriglycidylether	4 Gew.-Tl.
Cellosolvacetat	6 Gew.-Tl.
Calciumcarbonat	5 Gew.Tl.
	<u>25 Gew.Tl. 80 Gew.-%</u>

##### Beschichtungsmittel 1:

75 Gew.Tl Komponente A und 25 Gew.-Tl Komponente B 80 Gew.-% 25 Pa-s 25° C

##### Beschichtungsanlage:

Walzenbeschichtungsanlage gem. Fig. 1 Gummierung 20 mm Härte A 50 shore Rillung 200 µm diagonal 45°

Füllung Gummi Härte A 20 shore

Temperatur Auftragswalze: 5° C

Temperatur Rakel: 90° C

Temperatur Dosierwalze: 40° C

Auftragsviskosität: 65 Pa-s

Wannenviskosität: 2 Pa-s

Beschichtungsgeschwindigkeit: 15 m/min

Walzenspalt: 60 µm

Schichtdicke: 50 µm

Trocknung IR 1 bis 10 µm: 120 sec

Temperatur: 120° C

Belichtung UV 360 nm: 60 sec

Entwicklung in 1%iger Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>: 90 sec

Aushärtung 150° C: 30 min

## Ergebnis:

Leiterabdeckung 25 µm; Kantenabdeckung 13 µm.

## Beispiel 2

5

Herstellung von Multi-Chip-Modulen durch Beschichten von in Subtraktiv- oder Additivtechnik hergestellten Leiterplatten mit 100 µm dicken Schichten eines lösungsmittelarmen fotopolymerisierbaren, chemisch verkupferbaren und thermisch härtbaren flammenwidrigen Beschichtungsmittel.

10 Leiterplatte: Basismaterial FR 4 1,6 mm wie Beispiel 1

## Beschichtungsmittel 2

Siebdruckfähige Resistfarbenzusammensetzung gem DE 36 13 107 A1 Beispiel 4

15

## Komponente A

	Harz (A-3)	50 Gew.-Tl. 70% Cellosolvacetat
	Trimethylolpropantriacylat	4 Gew.-Tl.
20	Pentaerythrittriacylat	4 Gew.-Tl.
	2-Ethylanthrachinon	3 Gew.-Tl.
	2-Phenyl-4-benzyl-5-hydroxy-methylimidazol	0,5 Gew.-Tl.
	"AC-300"	1,0 Gew.-Tl.
25	Phthalocyaningrün	0,5 Gew.-Tl.
	Magnesiumhydroxid	10 Gew.-Tl.
		75 Gew.-Tl. 80 Gew.-%

30

## Komponente B

	"Epicon EXA 1514" bis Phenol-S-Typ	
	Epoxidharz von Dai-Nippon Ink&Chemical	10 Gew.-Tl.
	Trimethylolpropantriglycidylether	4 Gew.-Tl.
35	Magnesiumhydroxid	11 Gew.-Tl.
		25 Gew.-Tl. 100 Gew.-%

## Beschichtungsmittel 2

40 75 Gew.-Tl. Komponente A und 25 Gew.-Tl. Komponente B 85 Gew.-% 50 Pa·s 25°C

## Beschichtungsanlage:

Walzenbeschichtungsanlage gem. Fig. 1 Gummierung 20 mm Härte A 40 shore

45

Temperatur Auftragswalze: 10°C  
 Temperatur Rakel: 90°C  
 Temperatur Dosierwalze: 50°C  
 Auftragsviskosität: 90 Pa·s  
 Wannenviskosität: 2 Pa·s

50

Beschichtungsgeschwindigkeit: 5 m/min  
 Walzenspalt: 120 µm  
 Schichtdicke: 100 µm  
 Trocknung IR 1-10 µm: 120 sec

55

Temperatur: 100°C  
 Belichtung UV 360 nm: 90 sec Fotofolie Lochdurchmesser 50 µm  
 Entwicklung in 1%iger Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>: 120 sec

Verkupferung chemisch 1 µm

60

Ätzen in konz. Schwefelsäure: 60 sec RT  
 Neutralisieren KOH 1n: 5 min RT  
 Konditionieren: 10 min 70 bis 80°C  
 Bekeimen (Palladium): 5 min 42 bis 46°C

65

Beschleunigen: 5 min RT  
 chemisch verkupfern 1 µm: 30 min 45 bis 48°C

Tempern 1 Stunde: 100°C

## Beispiel 3

Beschichten der chemisch in Loch, Bohrung und auf der Oberfläche verkupferten Leiterplatte mit einer 20 µm Schicht des Beschichtungsmittels 1 Belichten mit Leiterbild (IC-Anschlüsse 200 µm), entwickeln, galvanisch auf 20 µm verkupfern, Sippen in 5% iger KOH und Differenzätzen in Ammoniumpersulfat.

5

Beschichtungsmittel : Beschm. 1 Beispiel 1 verd. auf 70% 2 Pa · s 25° C

Beschichtungsanlage:

Walzenbeschichtungsanlage gem. Fig. 1 Gummierung Härte A 60 shore

10

Temperatur Auftragswalze: 15° C

Temperatur Rakel: 90° C

Temperatur Dosierwalze: 25° C

Auftragsviskosität: 10 Pa · s

Wannenviskosität: 2 Pa · s

15

Beschichtungsgeschwindigkeit: 20 m/min

Walzenspalt: 25 µm

Schichtdicke: 21 µm

20

Trocknung IR 1 bis 10 µm: 60 sec

Temperatur: 80° C

Belichten UV 360 nm: 60 sec

Entwickeln in 1% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>: 60 sec

25

Galvanisch auf 20 verkupfern

Stromdichte 1,8 A/qdm: 30 min

Strippen KOH 5%, Ätzen 1 µm Cu in Ammoniumpersulfat

Aushärten 150° C: 60 min

30

## Beispiel 4

Herstellung von Multi-Chip-Modulen in Semiadditivtechnik durch Beschichten eines unkaschierten Substrates mit 10 µm des Beschichtungsmittels 2, Fotostrukturierung des Leiterhaftgrundes durch Belichtung mit UV-Strahlung unter Verwendung einer Lochrasterfolie mit 20 µm Durchmessern und 10 µm Abstand. Beschichtung mit einer 30 µm dicken Schicht des Beschichtungsmittels 2, Belichtung mit UV-Strahlung mit Leiterbildfolie, Entwicklung der Leiter und des kavernenförmigen Leiterhaftgrundes, chemische Verkupferung 1 µm, Beschichtung mit einer 20 µm Schicht des Beschichtungsmittels 1 ohne die Leiterkanäle zu füllen, galvanisch verkupfern der Leiter und Bohrungen, Strippen des Beschichtungsmittels und Ätzen der 1 µm Kupferleitschicht.

35

40

Leiterplatte: Basismaterial FR 4 1,6 mm unkaschiert R<sub>z</sub> 4 µm

Beschichtungsmittel: Beschichtungsmittel 2 verdünnt auf 70% 10 Pa · s 25° C

Beschichtungsanlage: Walzenbeschichtungsanlage Fig. 1 wie Beispiel 2

45

Temperatur Auftragswalze: 20° C

Temperatur Rakel: 90° C

Temperatur Dosierwalze: 30° C

Auftragsviskosität: 20 Pa · s

Wannenviskosität: 3 Pa · s

50

Beschichtungsgeschwindigkeit: 20 m/min

Walzenspalt: 15 µm

Schichtdicke: 11 µm

Trocknung IR 1 bis 10 µm 90° C: 60 sec

Belichten UV 360 Lochmaske 20 µm: 60 sec

55

2. Beschichtung: 30 µm wie Beispiel 2

Belichten UV 360 nm (Leiterb.): 60 sec

Entwickeln Leiter und Haftgrund mit 1% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>: 90 sek

Verkupfern chemisch in den Leiterkanälen und auf der Oberfläche 1 µm

60

3. Beschichtung: wie Beispiel 3 20 µm mit Beschichtungsmittel 1

Galvanisch verkupfern auf 40 µm: 1,8 A/qdm 60 min

Strippen in 5%iger KOH Ätzen in Ammoniumpersulfat.

Weiterverarbeitung zu Multi-Chip-Modulen wie Beispiel 2 und Beispiel 3.

65

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Beschichten von Leiterplatten mit einer durch UV-Strahlung vernetzbaren Beschichtung im beidseitigen Walzenbeschichtungsverfahren dadurch gekennzeichnet, daß die Leiterplatten beschich-  
 5 tungsseitig auf Raumtemperatur gehalten und dann mit einem fotopolymerisierbaren Beschichtungsmittel, welches einen Festkörpergehalt von 70 bis 95 Gew.-% und eine Viskosität von 10 bis 60 Pa·s bei 25°C besitzt, derart beschichtet werden, daß das Beschichtungsmittel mittels auf 25 bis 60°C temperierter Dosierwalzen in einem Viskositätsbereich von 1 bis 10 Pa·s gehalten und mittels gummierter geschliffener  
 10 auf eine Oberflächentemperatur von 5 bis 20°C gekühlter am Rand beschichtungsfrei gehaltener Auftragswalzen mit einer Auftragsviskosität von 20 bis 100 Pa·s und einer Beschichtungsgeschwindigkeit von 5 bis 20 m/min in Schichtdicken von 10 bis 200 µm auf Leiterplattenoberflächen aufgetragen und bei 80 bis 120°C in 60 bis 120 sek. getrocknet werden.
2. Verfahren zur Herstellung von Multi-Chip-Modulen durch die Beschichtung von Leiterplatten nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß Leiterplatten mit strahlenvernetzba-  
 15 ren Beschichtungsmitteln in Dicken von 50 bis 100 µm beschichtet und getrocknet werden, durch Belichten mit UV-Strahlung unter Verwendung einer Lochmaske mit Lochdurchmessern von 50 µm und Freientwicklung der nicht vernetzten Lochbereiche Mikrobohrungen entstehen, die nach einer Säureaufrauung zusammen mit der Oberfläche auf 1 µm chemisch verkupfert werden und daß nach einer zweiten Beschichtung mit einem strahlenvernetz-  
 20 baren Beschichtungsmittel in einer Schichtdicke von 10 bis 20 µm nach der Trocknung, Fotostrukturierung, Entwicklung, galvanischen Verkupferung auf 10 bis 20 µm, Strippen des Beschichtungsmittels und Differenzätzen der 1 µm Kupferschicht IC-Anschlüsse von 100 bis 200 µm Breite über Mikrobohrungen erzeugt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß mit einer Beschichtung in der Dicke der  
 25 Leiterhöhe eine Leiterabdeckung von 50% und eine Leiterkantenabdeckung von 25% der Beschichtungs-  
 dicke erreicht wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2 dadurch gekennzeichnet, daß das Beschichtungsmittel einen säurelöslichen und flammenwidrigen Füllstoff, vorzugsweise Magnesiumhydroxid, mit einer Korngröße von 3 bis 10 µm in  
 einer Menge von 10 bis 60 Gew. Teilen enthält.
5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4 zur Erzeugung eines Leiterhaftgrundes für chemisch abgeschiede-  
 30 ne Kupferleiter dadurch gekennzeichnet, daß unkaschierte Lamine mit strahlenvernetzba-  
 ren Beschichtungsmitteln in einer Dicke von 10 bis 20 µm gemäß Anspruch 1 beschichtet werden und vor der chemischen Verkupferung gemäß Anspruch 2 der Leiterhaftgrund mit einer Lochmaske mit Lochdurchmessern und  
 Abständen von 10 bis 20 µm durch UV-Strahlung derart fotostrukturiert wird, daß nach der Entwicklung  
 35 der unvernetzten Bereiche zwischen den vernetzten Lochbereichen, die sich säulenförmig darstellen, kaver-  
 nenförmige Vertiefungen entstehen, in denen sich chemisch abgeschiedenes Kupfer haftfest verankern  
 kann.
6. Vorrichtung zum beidseitigen Beschichten von Leiterplatten mit hochviskosen, strahlenvernetzba-  
 ren Beschichtungsmitteln mit einer doppelseitigen Walzenbeschichtungsanlage dadurch gekennzeichnet, daß  
 40 die Walzenbeschichtungsanlage über zwei auf 25 bis 60°C beheizbare Dosierwalzen verfügt, mit denen das  
 Beschichtungsmittel auf eine Viskosität von 1 bis 10 Pa·s bringbar ist, und daß sie über zwei gummierte, mit  
 einer Randabstreifung versehene auf eine Temperatur von 5 bis 20°C kühlbare Auftragswalzen verfügt, mit  
 denen das strahlenvernetzba-  
 re Beschichtungsmittel auf eine Viskosität von 20 bis 100 Pa·s bringbar ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6 zur Erzeugung eines beschichtungsfreien Substratrandes dadurch gekenn-  
 45 zeichnet, daß an den gekühlten Auftragswalzen im Randbereich je zwei auf 60 bis 90°C beheizbare  
 verchromte Rollraket aus vorzugsweise elektrisch beheizten Metallrollen mit einem Durchmesser von  
 vorzugsweise 10 bis 50 mm angebracht sind, mit denen das Beschichtungsmittel auf eine Viskosität von 100  
 bis 200 mPa·s bringbar ist, welches dann mittels eines an den Rollraket angebrachten Messerrakels abge-  
 streift und in den Vorratstank zurückgeführt wird.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 zur randfreien Beschichtung von Leiterplatten dadurch gekennzeichnet,  
 50 daß auf die Dosierwalzen mit einem Durchmesser von vorzugsweise 150 mm im Randbereich galvanisch  
 eine 10 bis 100 mm breite und 10 bis 200 µm dicke Metallstanzschicht vorzugsweise aus Chrom aufgetra-  
 gen wird, und daß im Randbereich der gummierten, gekühlten Auftragswalzen mit einem Durchmesser von  
 vorzugsweise 200 mm ein Gleitkontakttring in der Dicke der Gummierung angebracht ist, der aus leitfä-  
 55 higem Kunststoff, vorzugsweise aus leitfähigem Schichtpreßstoff besteht, in dessen Schichten Kupferfolien  
 mit Dicken von 35 bis 500 nm eingepreßt wurden, und über den der elektrische Kontakt mit der Metallstanz-  
 schicht gleicher Breite von 2 bis 20 mm herstellbar und die Beschichtungs-  
 dicke regelbar ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 6 zum Beschichten von profilierten Substratoberflächen dadurch gekenn-  
 60 zeichnet, daß eine Walzenbeschichtungsanlage mit kühlbaren, gummierten Auftragswalzen ausgestattet ist,  
 deren Gummierung von einer bevorzugten Dicke von 10 bis 20 mm und einer bevorzugten Härte von 40 bis  
 60 shore Härte A mit diagonalen oder oszillierenden Rillen in einer bevorzugten Breite und Tiefe von 100  
 bis 500 µm versehen ist, die mit einer Gummierung einer Härte von 10 bis 20 shore ausgefüllt und plange-  
 schliffen sind.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9 dadurch gekennzeichnet, daß im Anschluß an die  
 65 Walzenbeschichtungsanlage ein Strahlungs-Konvektions-Laminartrockner angeordnet ist, der über einen  
 horizontalen 20 bis 150 mm hohen und 300 bis 700 mm breiten sowie vorzugsweise 3 bis 10 m langen  
 Trockenkanal verfügt, der zum Leiterplattentransport mittig mit breitenverstellbaren rollengeführten und  
 mit einem Reinigungsbad versehenen Doppelbändern ausgestattet ist, in den Luft am Kanalausgang durch  
 je eine oberhalb und unterhalb der Transporteinrichtung angebrachten Breitschlitzdüse mit unabhängig



# DE 195 16 193 A1

regelbaren Strömungsgeschwindigkeiten von 5 bis 40 m/s im Gegenstrom zur Transportrichtung derart eingeblasen wird, daß bei intensiver Trockenleistung die Staubpartikel in Schwebelage gehalten werden und ein Auftrieb zur Mittenunterstützung der Leiterplatten erreicht wird, und der auf der Ober- und Unterseite mit Glasplatten abgedeckt ist, über und unter denen im Abstand von 20 bis 200 mm Infrarotstrahler der Wellenlänge 1 bis 10 mm horizontal und vertikal beweglich angeordnet sind, so daß das Temperaturprofil individuell nach Leiterplatten- und Lackschichtdicke steuerbar ist. 5

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

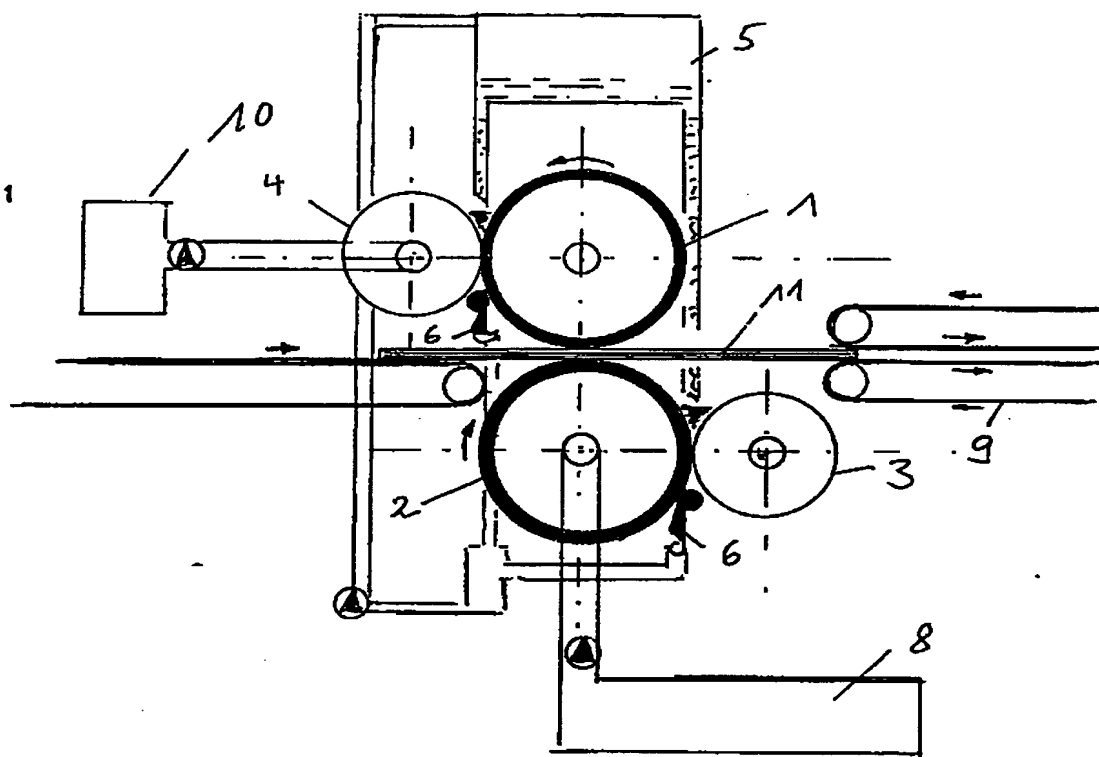
50

55

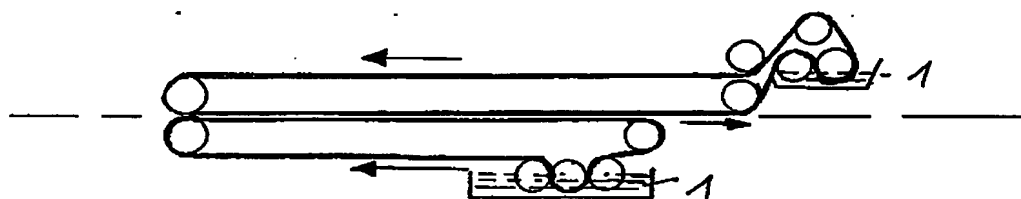
60

65

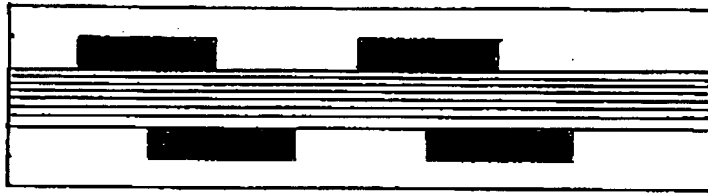
Figur 1



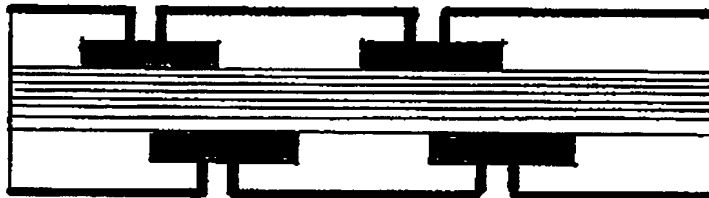
Figur 2



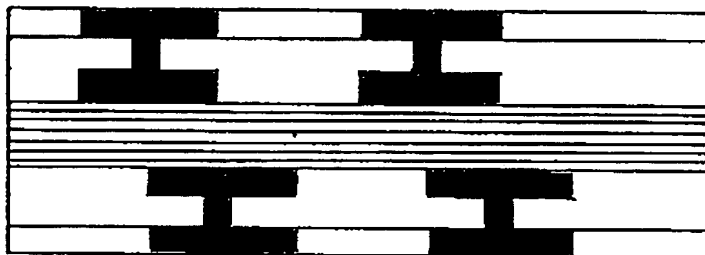
Figur 3



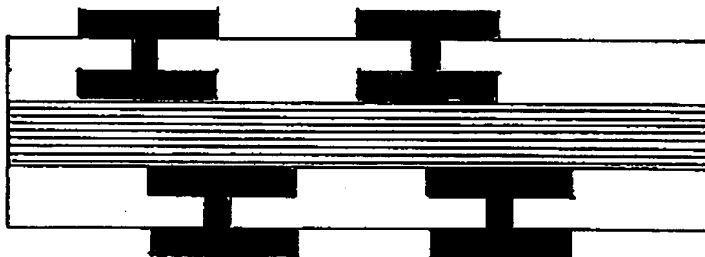
Figur 4

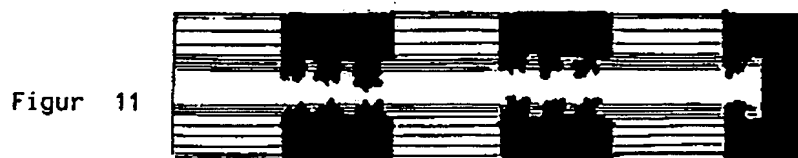
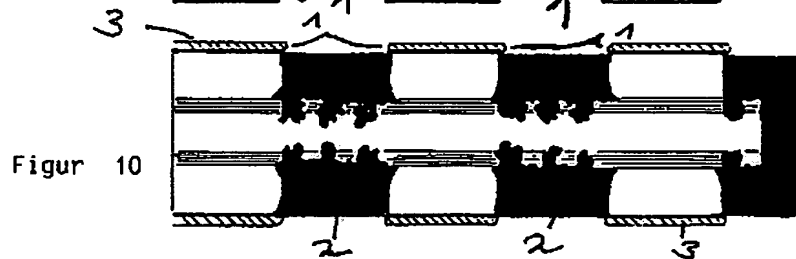
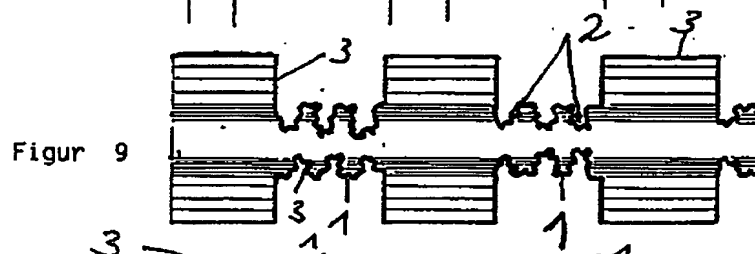
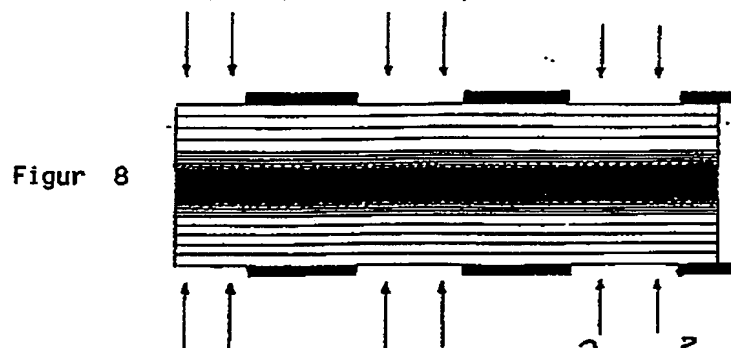
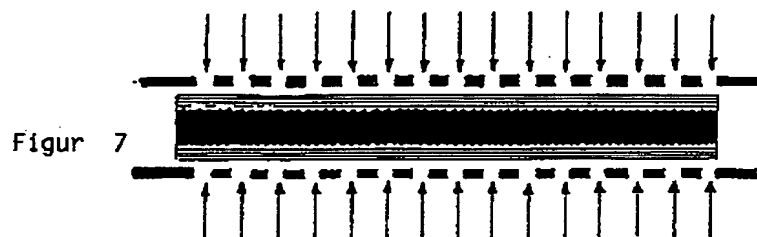


Figur 5

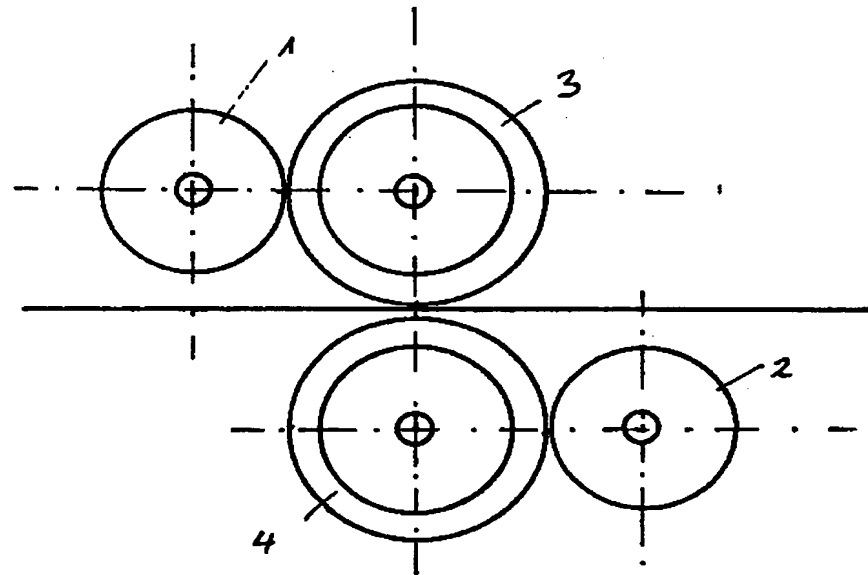


Figur 6

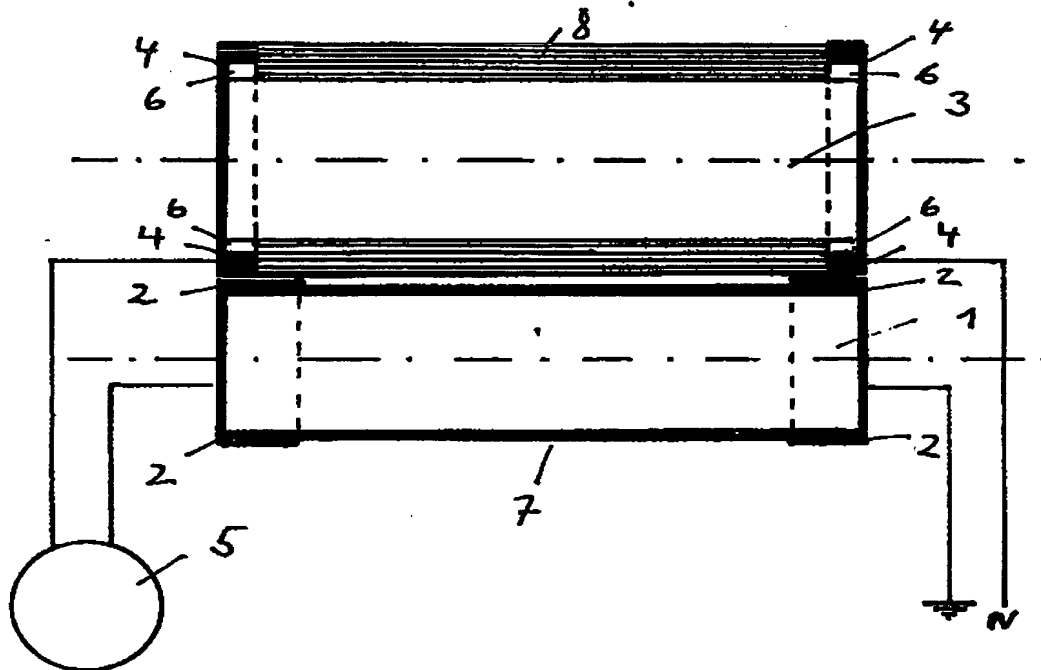




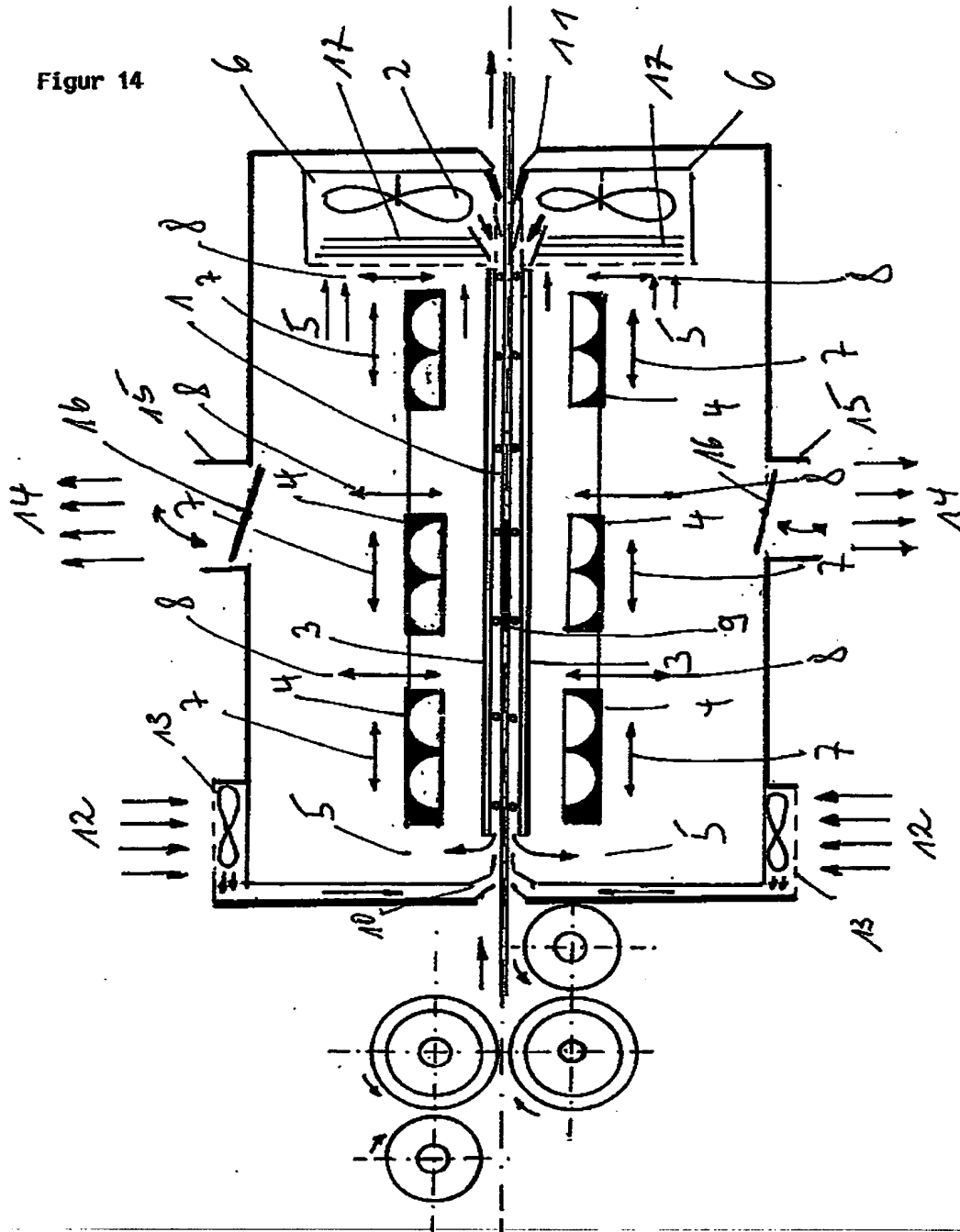
Figur 12



Figur , 13



Figur 14



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**